

**PRIORITY DOCUMENT**  
 SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
 COMPLIANCE WITH  
 RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 01 OCT 2003

WIPO

PCT

DE03/02729

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
 einer Patentanmeldung**

**BEST AVAILABLE COPY**

**Aktenzeichen:**

102 41 203.0

**Anmeldetag:**

5. September 2002

**Anmelder/Inhaber:**

Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:**

Leiterplatte mit elektrischen Leiterbahnen und Mitteln  
 zur elektro-optischen und/oder optisch-elektrischen  
 Wandlung

**IPC:**

H 05 K, G 02 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-  
 lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. September 2003  
 Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

*Stenschus*

Stenschus



## Beschreibung

Leiterplatte mit elektrischen Leiterbahnen und Mitteln zur elektro-optischen und/oder optisch-elektrischen Wandlung

5 Die Erfindung betrifft eine Leiterplatte nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

10 Durch die zunehmende Miniaturisierung der Elektronik erfolgt eine Steigerung der Leistungsfähigkeit elektronischer Komponenten, Baugruppen und Systeme. Im Bereich der Datenverarbeitung und Datenübertragung, sowie der Telekommunikation, kommt dies durch ein Anwachsen der Takt- und Datenraten zum Aus-  
15 druck. In Fachkreisen wird davon ausgegangen das die Taktfrequenz von Prozessoren von etwa 1 GHz im Jahre 1999 auf über 10 GHz im den Jahren 2012/2014 anwachsen wird.

20 Das Leistungsvermögen der Prozessoren kann nur genutzt werden, wenn die externen Verbindungen die Übertragung und die Verarbeitung, wie das Schalten, Multiplexen und Demultiplexen dieser hohen Frequenzen ermöglichen.

Auf Grund von Übersprechen, Reflexionen und Leitungsverlusten wird mit zunehmender Frequenz die Anforderung an die elektrische Aufbau- und Verbindungstechnik immer kritischer.

25 Aufgrund unzureichender Verbindungstechnik kann das Potential von Prozessoren oft nicht genutzt werden.

Neue elektrische Lösungen und Konzepte für dieses Problem sind mit hohen Kosten verbunden.

30 Als Alternative werden zunehmend optische Komponenten bzw. Bauelemente zur Übertragung verwendet. Durch die optische Technik vermeidet man elektrische Probleme.

Bisher wurden diese optischen Komponenten bzw. Bauelemente auf Leiterplatten befestigt. Dabei werden die optischen Kom-  
35 ponenten mittels Lichtwellenleiter verbunden. Die Lichtwellenleiter einer oder mehrerer Leiterplatten sind dabei durch

Verspleißen oder optische Stecker miteinander verbunden. Oft führen sie zu anderen diskret aufgebauten Baugruppen.

~~Diese Aufbauten vermeiden elektrische Probleme, sind aber re-~~  
lativ aufwendig aufzubauen und kostenintensiv.

5

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine einfache Verbindungstechnik für optische Komponenten aufzuzeigen.

10

Diese Aufgabe wird durch die Leiterplatte nach Anspruch 1 gelöst.

15

Durch die Integration von elektrischen und optischen Verbindungen bzw. Leiterbahnen auf einer Leiterplatte, lassen sich einfach optische Komponenten bzw. Bauelemente elektrischer Schaltungen miteinander verbinden. Ebenso lassen sich optische Schaltungen integrieren und die Stromversorgung optischer Komponenten bzw. die Ansteuerung optischer Komponenten durch elektrische Schaltungen auf einer Leiterplatte realisieren.

20

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

25

In einer Ausgestaltung sind die optischen Leiterbahnen bzw. Verbindungen als optische Wellenleiter ausgeführt. Dies hat den Vorteil besonders dämpfungs- und verzerrungsarmer Verbindungen.

30

In einer weiteren Ausgestaltung ist die Leiterplatte als Multilayerplatine ausgeführt, d.h. sie besteht aus mehreren Schichten. Eine Schicht kann jeweils elektrische oder optische Verbindungen enthalten. Auch Mischformen sind möglich. Die Schichten elektrischer und optischer Verbindungen bzw. Leiterbahnen müssen nicht alternierend sein. Es können auch mehrere Schichten einer Art sein, die wiederum über mehreren Schichten der anderen Art liegen.

35

Dabei sind die inneren Leiterbahnen durch, in Bezug auf die Ebene der Leiterbahnen, orthogonale Zugänge erreichbar. Ebenso können die Leiterbahnen seitlich herausgeführt ausgestaltet sein.

- 5 Die Verwendung einer Multilayerleiterplatte hat den Vorteil, dass sich komplexe elektrische und optische Schaltungen auf einer Leiterplatte integrieren lassen.

- 10 In einer Ausgestaltung der Erfindung sind die optischen Komponenten bzw. Bauteile in der Leiterplatte integriert. Dies hat den Vorteil, dass eine integrierte Optik möglich ist. D.h. es sind beispielsweise mikro-electrical-mechanical-systems, kurz MEMS, integriert, die wahlweise ein optisches Signal an einem von zwei Ausgängen abgeben. Dadurch lassen  
15 sich die Vorteile der integrierten Optik mit den Vorteilen der Elektronik auf der Leiterplatte kombinieren.

- Durch Dotierungen der optischen Leiterbahnen lassen sich lineare und nichtlineare optische Effekte vorteilhaft integriert auf einer Leiterplatte realisieren.  
20

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

- 25 Dabei zeigen:  
Figur 1 eine schematische Darstellung einer Leiterplatte mit einer elektrischen und einer optischen Ebene und einem elektro-optischen Bauelement.  
30 Figur 2 ein Ausführungsbeispiel mit einer Multilayerplatine.

Figur 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel mit einer Multilayerplatine, die optische Signale unterschiedlicher Wellenlängen führt.

Figur 4 einen Ausschnitt für eine Ausführungsform einer optischen Schicht in einer perspektivischen Querschnittsdarstellung.

5 Figur 5 ein Blockschaltbild eines Add/Drop Multiplexers.

Figur 6 eine interne Struktur des Add/Drop Multiplexers nach Figur 5.

10 Figur 1 zeigt eine Leiterplatte LP. Diese besteht aus einer Grundschrift 1, einer optischen Schicht 2, die eine optische Leiterbahn 3 aufweist, beispielsweise ein optischer Wellenleiter, einer elektrischen Schicht 4, die elektrisch isolierend ist und elektrisch leitende Leiterbahnen 5 aufweist. Mit  
15 den elektrischen Leiterbahnen ist ein elektro-optisches Bauelement 6 verbunden, das auf einer Verbindungsöffnung 7 zur optischen Schicht 2 angeordnet ist. Die optische Seite des elektro-optischen Bauelements 6 ist mittels eines optischen Kopplungselements 8, beispielsweise einem Spiegel oder mikro-  
20 electrical-mechanical-system, kurz MEMS genannt, mit der optischen Leiterbahn 3 optisch wirksam verbunden.

Figur 2 zeigt eine analoge Darstellung zu Figur 1, mit dem Unterschied, daß noch weitere Schichten dargestellt sind. In  
25 Figur 2 sind zwei optische Schichten 2 und zwei elektrische Schichten bzw. Ebenen 4 mit nicht dargestellten Leiterbahnen, eine Verbindungsöffnung 7 und ein optisches Kopplungselement 8 dargestellt. Der Pfeil 9, der von der optischen Leiterbahn 3 zum optischen Kopplungselement 8 führt, und der Pfeil 10,  
30 der vom optischen Kopplungselement 8 nach außen führt, zeigt schematisch den Pfad eines ein- bzw. ausgekoppelten optischen Signals.

Figur 3 zeigt analog zu Figur 2 schematisch eine Leiterplatte  
35 mit mehreren Schichten, beispielsweise eine Multilayerplatine bzw. Multilayerleiterplatte. Dabei werden in den optischen

Schichten verschiedene optische Signale übertragen, beispielsweise unterschiedlicher Wellenlänge.

Figur 4 zeigt einen Ausschnitt einer Ausführungsform der optischen Schicht 2. Dabei besteht diese aus einer ersten Teilschicht T1 mit einer ersten Brechzahl  $n_1$ . Darüber ist eine zweite Teilschicht T2 mit einer zweiten Brechzahl  $n_2$  angeordnet. Diese weist ein lichtleitendes bzw. lichtwellenleitendes Querschnitts-Profil auf, im Beispiel ist dies ein erhöhter rechteckförmiger Kanal. Auf der Teilschicht 2 ist eine weitere Teilschicht 3 mit einer dritten Brechzahl  $n_3$  angeordnet. Im allgemeinen muss die Brechzahl der mittleren Teilschicht T2 größer als die der unteren bzw. oberen Teilschicht T1 bzw. T3 sein, d.h. die Bedingung  $n_2 > n_1$  und  $n_2 > n_3$  muss erfüllt sein. Aber auch davon abweichende Brechzahlverhältnisse sind denkbar.

Im Beispiel fungiert der rechteckförmige Kanal der Teilschicht 2 als optischer Leiter.

In Figur 5 ist ein Blockschaltbild eines Add/Drop-Multiplexers dargestellt. Dabei wird ein Wellenlängenmultiplexsignal WDM dem Eingang E zugeführt. Dieses besteht aus mehreren unabhängigen optischen Signalen, die auf unterschiedlichen Wellenlängen transportiert werden.

Im Add/Drop Multiplexer kann je nach Schaltzustand das Signal einer Wellenlänge nach außen geführt werden - die sogenannte Drop Seite- und an dem jeweiligen Ausgang D1 ... Dn entnommen werden. Parallel dazu kann ein Signal eines nichtgenutzten oder nach außen geführten Kanals des Wellenlängenmultiplexsignal zugefügt werden. Dies erfolgt auf der Add Seite an dem jeweiligen Eingang A1 ... An.

Nach Drop bzw. Add eines Kanals wird ein entsprechend verändertes Wellenlängenmultiplexsignal WDM' am Ausgang Z abgegeben.

In Figur 6 ist die interne Struktur eines solchen Add/Drop-Multiplexers nach Figur 5 prinzipiell dargestellt.

Als erstes wird das Wellenlängenmultiplexsignal WDM einem Demultiplexer DEMUX zugeführt. Dieser teilt das zugeführte Signal entsprechend der Anzahl der Kanäle in mehrere Teilsignale auf. In der Darstellung ist ein Kanal gezeichnet. Dieses Teilsignal wird einem ersten optischen Filter FI1 zugeführt, der ein gefiltertes Signal an eine Add/Drop-Einrichtung ADE weiterleitet. Diese kann beispielsweise als mikro-electrical-mechanical-system, kurz MEMS, ausgeführt sein. Das aus- bzw. eingekoppelte Signal kann wahlweise mittels der Verstärker V1 und V2 verstärkt werden und wird über einen zweiten Filter FI2 dem Multiplexer MUX zugeführt, der es mit den anderen, nicht dargestellten Kanälen zu einem neuen Multiplexsignal WDM' zusammenfasst.

Diese Anordnung wird üblicherweise diskret aufgebaut. Sie lässt sich durch Anwendung der erfindungsgemäßen Leiterplatte vorteilhaft integrieren. Dabei können die Demultiplexer, Filter, mikro-electrical-mechanical-systems, Verstärker und Multiplexer auf einer Leiterplatte zusammen mit der Steuerelektronik bzw. weiterverarbeitenden Elektronik integriert werden.

Dadurch entfallen aufwendige Verspleißungen, usw. Die gesamte Anordnung wird kompakter und kostengünstiger.

Als elektro-optische, optisch-elektrische bzw. optische Mittel, die passive und aktive Funktionen umfassen und auf organischen und/oder anorganischen Materialien aufgebaut sind, können mikro-elektrische-mechanische-systeme, kurz MEMS, optische Filter, wie gain flatness Filter und tilt Filter, optische Schalter, optische Verstärker, wie mit Erbium oder anderen seltenen Erden dotierte Faserverstärker oder Halbleiterlaserverstärker, Laserdioden, Fotodioden, Arrayed Waveguide Gratings, kurz AWGs, Abzweigungen bzw. Taps, optische Modulatoren, wie Mach-Zehnder-Modulatoren oder Elektro-Absorptions-Modulatoren, und andere Mittel dieser Art umfassen.

Durch die Integration von elektro-optischen Mitteln, wie beispielsweise Laserdioden, brechzahlverändernden Komponenten, optischen Verstärkern, optischen Schaltern, und optisch-  
5 elektrischen Mittel, wie beispielsweise Fotodioden, in die Leiterplatte, d.h. von passiven, wie schalten, dämpfen, und aktiven, wie verstärken, nichtlinearen Effekten, Funktionen, erreicht man ein kompakten und kostengünstigen Aufbau. Dabei können vorteilhaft anorganische und organische Materialien  
10 kombiniert werden, um gewünschte optische oder elektrische Eigenschaften zu erhalten.

Beispielsweise kann anstelle von Glas, Siliziumoxid bzw. Siliziumdioxid für die optischen Leiterbahnen Polymer eingesetzt werden.  
15

Optische Verstärker, wie beispielsweise Erbium Dotierte Faser Verstärker, kurz EDFA, Erbium Dotierte Wellenleiter Verstärker, kurz EDWA, Halbleiterlaserverstärker bzw. Semiconductor  
20 Optical Amplifier, kurz SOA, bestehen aus mehreren Komponenten wie Monitor-Fotodioden, Pump-Laser, Filter und Faserspleiße. Optische Verstärker lassen sich durch Anwendung der erfindungsgemäßen Leiterplatte vorteilhaft integrieren.

Die Multilayerplatine wird mit optischen und elektrischen Schichten bzw. Lagen hergestellt. In die optischen Schichten, die aus Dünn-Glas oder Polymeren bestehen und gegebenenfalls Dotierungen aufweisen, beispielsweise mit Erbium, werden optische Wellenleiter und geeignete optische Schalter, wie  
30 MEMS, eingebracht, die ein ein- und auskoppeln des optischen Signals ermöglichen. Zu- oder abgeführte optische Signale können einem Faserstecker oder einer Fasersteckerleiste zugeführt werden, die an, in, auf oder bei der Leiterplatte angeordnet ist. Dabei können die elektrischen und optischen Kontakte bzw. Verbindungselemente der Leiterplatte kombiniert  
35 oder einzeln ausgeführt sein.



Ebenso können in die Leiterplatte dreidimensionale optische Strukturen integriert werden.

Mit der Leiterplatte kann das optische Signal von einer  
5 Schicht in eine andere Schicht weitergeführt werden und verschieden Mittel, Bauelemente bzw. Komponenten versorgen.

Verschiedene optische Signale können in integrierten Multiplexern, Demultiplexern, Splittern, tap-Kopplern gebündelt  
10 bzw. getrennt werden. In der optischen Schicht können durch Dotierung optische Verstärker realisiert werden, die Verluste ausgleichen oder eine Anpassung des Lichtsignals bewirken.

Die elektrischen Schichten übernehmen neben den bisherigen  
15 Funktionen die Stromversorgung, Überwachung und Ansteuerung der elektrischen, elektronischen, elektro-optischen, optisch-elektrischen und optischen Bauelemente.

Der Hybride Aufbau von Schaltungen, die FlipChip-Montage oder andere Verbindungstechniken sind möglich um Bauelemente zu  
20 integrieren.

Die erfindungsgemäßen Leiterplatten können nicht nur in der Daten- und Telekommunikationstechnik eingesetzt werden, sondern zum Beispiel auch in der Automobiltechnik, Medezintechnik,  
25 nik, Kraftwerkstechnik, usw.

Zu den genannten Vorteilen und den aus der optischen Integration resultierenden Vorteilen zählen neben der Verkleinerung der Gesamtabmessungen und der verbesserten Wiederholungs-  
30 holungsgenauigkeiten in der Fertigung die folgenden.

Es ist eine integrierte Lösung im Schaltungsträger bzw. der Leiterplatte anstelle von Einzelkomponenten möglich.

Eine integrierte Anordnung benötigt in der Regel kleinere elektrische Feldabmessungen, also weniger Energie, was wiederum weniger Störungen, wie durch Elektro-Magnetische Unverträglichkeit, kurz EMV, bedeutet.  
35

Der zur genauen Positionierung von faseroptischen Baugruppen verursachte große Arbeitszeitaufwand und die damit verbundenen Kosten werden durch die erfindungsgemäße Integration minimiert, da Faserspleiße entfallen.

Eine Leiterplatte kann einen kompletten optischen Add/Drop Multiplexer enthalten.

Es ist eine Möglichkeit für eine kostengünstige Herstellung, Ansteuerung und Integration von optischen Schaltern geschaffen worden.

## Patentansprüche

1. Leiterplatte mit elektrischen Leiterbahnen und Mitteln zur  
elektro-optischen und/oder optisch-elektrischen Wandlung,  
5    d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,  
daß sie zusätzlich optische Leiterbahnen aufweist.
2. Leiterplatte nach Anspruch 1,  
d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,  
10    daß die optischen Leiterbahnen als optische Wellenleiter ausgeführt sind.
3. Leiterplatte nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,  
15    daß die Leiterplatte als Multilayerplatte mehrere Schichten aufweist, die elektrische und/oder optische Leiterbahnen enthalten.
4. Leiterplatte nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
20    d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,  
daß in die Leiterplatte elektro-optische und/oder optisch-elektrische und/oder optische Mittel integriert sind.
5. Leiterplatte nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
25    d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Mittel passive und aktive optische Funktionen aufweisen
6. Leiterplatte nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
30    d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Leiterplatte und/oder die Mittel organische und/oder anorganische Materialien aufweisen.
7. Leiterplatte nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
35    d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Mittel mikro-elektrische-mechanische-systeme, optische Filter, optische Schalter, optische Verstärker, Laser-

dioden, Fotodioden, Arrayed Waveguide Gratings, Abzweigungen bzw. Taps, optische Modulatoren oder dergleichen umfassen.

- 5 8. Leiterplatte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Leiterbahnen aus Glas, Siliziumoxid, Siliziumdioxid oder Polymer ausgeführt sind und gegebenenfalls Dotierungen enthalten.
- 10 9. Leiterplatte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Leiterbahnen drei-dimensionale optische Strukturen aufweisen.
- 15 10. Leiterplatte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterplatte optische und/oder elektrische Kontakte / Verbindungselemente aufweist.
- 20 11. Leiterplatte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel als ein Add-Drop Multiplexer für ein optisches Wellenlängenmultiplexsignal ausgebildet sind.

## Zusammenfassung

Leiterplatte mit elektrischen Leiterbahnen und Mitteln zur  
elektro-optischen und/oder optisch-elektrischen Wandlung

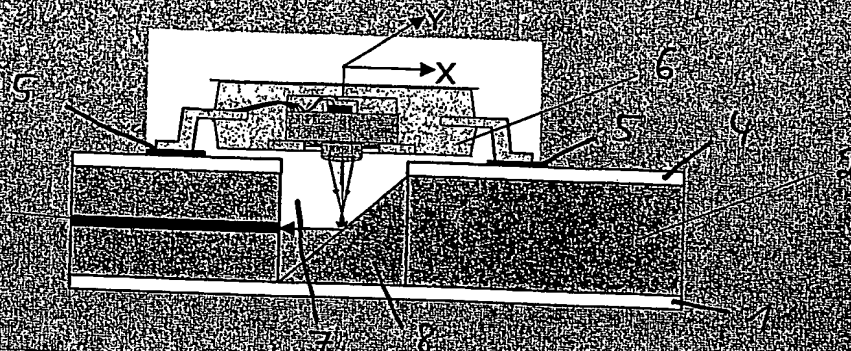
5

Die Leiterplatte mit elektrischen Leiterbahnen weist zusätzlich optische Leiterbahnen auf. Ferner sind auf oder in der Leiterplatte elektro-optische bzw. opto-elektrische Mittel vorgesehen.

10

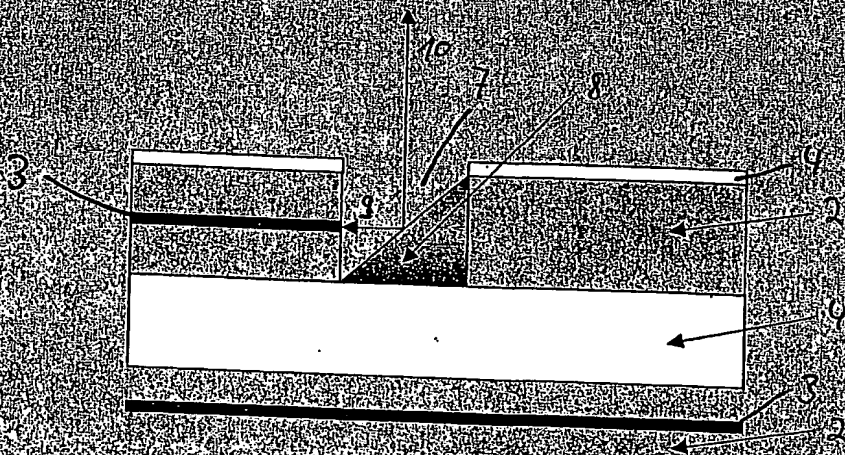
) Figur 1

## pOADM



Optical Networks - Advanced Technology  
Jörg Rösch - ICN ON PNE AT 2

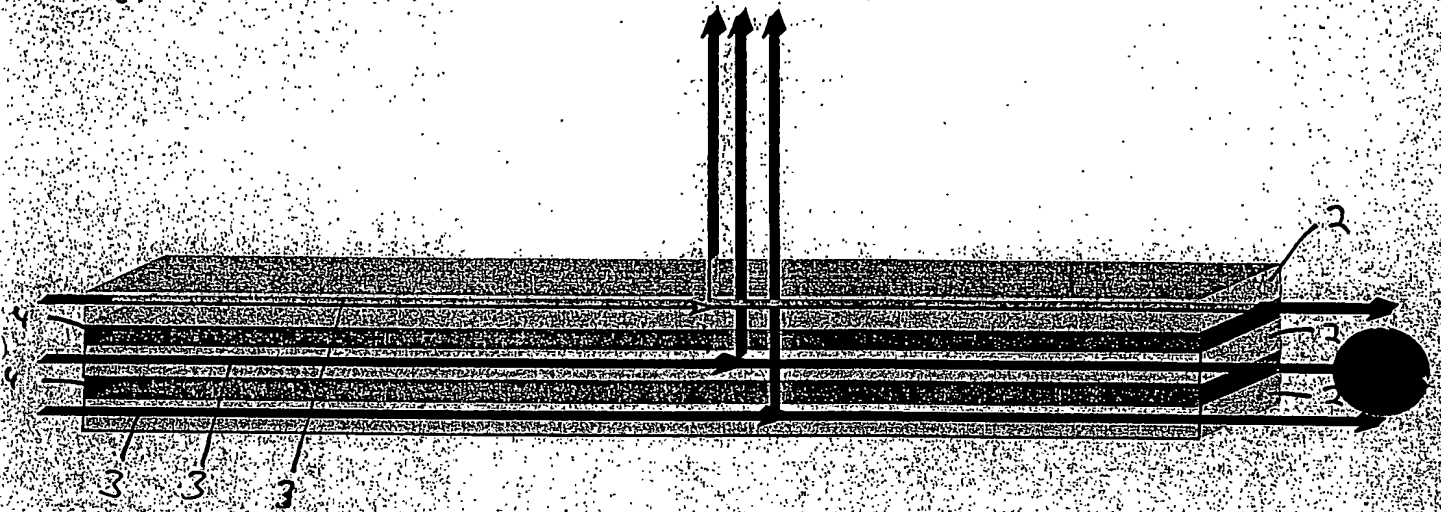
## pOADM



Optical Networks - Advanced Technology  
Jörg Rösch - ICN ON PNE AT 2

## pOADM

Fig. 3



Optical Networks - Advanced Technology  
Jörg Rösch - ICN ON PNE AT 2

Information and  
Communications

© Jörg Rösch - Siemens AG 2002

3

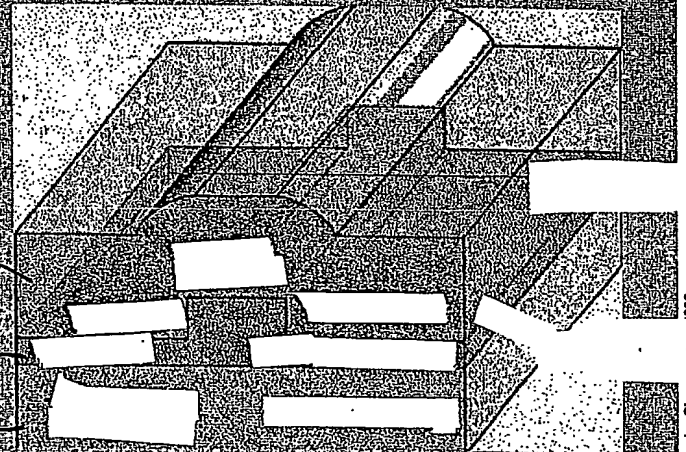
## pOADM

Fig. 4

T3,3

T2,2

T1,1



Optical Networks - Advanced Technology  
Jörg Rösch - ICN ON PNE AT 2

Information and  
Communications

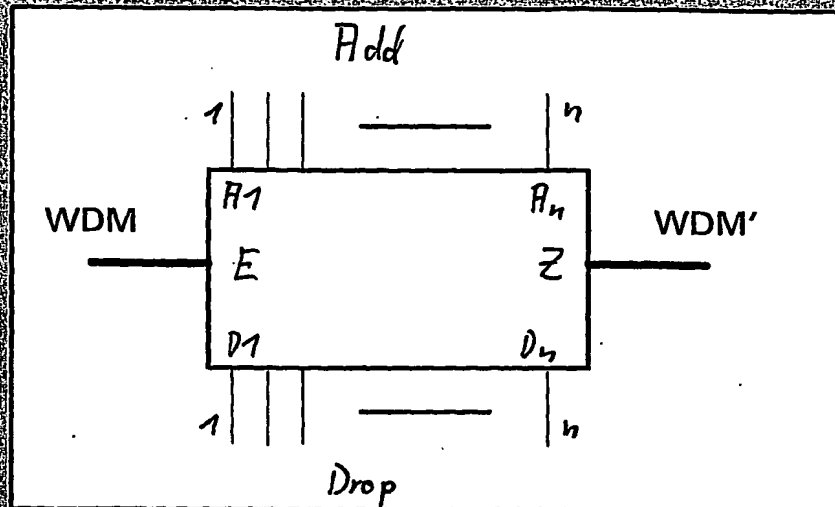
© Jörg Rösch - Siemens AG 2002

4



## pOADM

Fig. 5



## pOADM

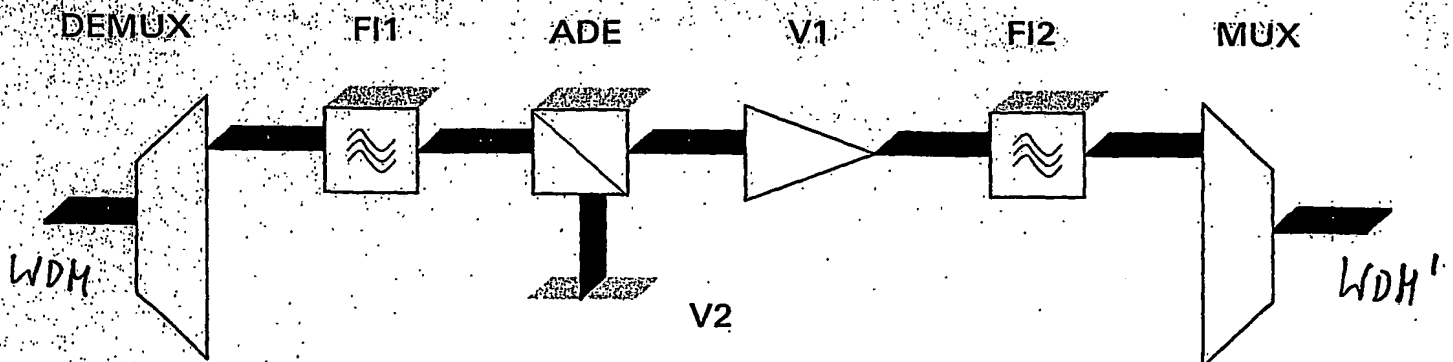


Fig. 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**